


MEASUREMENT CABLE AND MEASUREMENT SYSTEM

Patent number: JP7045134
Publication date: 1995-02-14
Inventor: HABU OSAMU
Applicant: YOKOGAWA HEWLETT PACKARD LTD
Classification:
- **international:** H01B11/18
- **european:**
Application number: JP19930205834 19930728
Priority number(s):

Also published as:

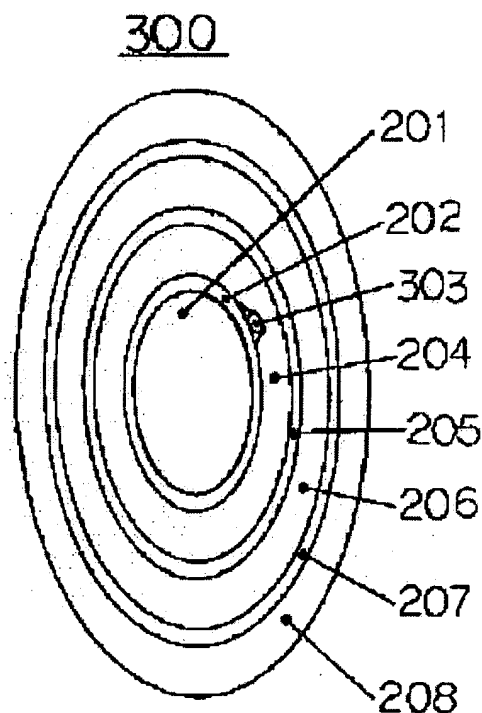
 US5493070 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP7045134

PURPOSE: To reduce the number of measurement cables, to facilitate wiring, and to reduce dispersion of measurement values by thinning a second conductor, and by practically eliminating change in the electrostatic capacity between a first conductor and a third conductor due to existence of the second conductor.

CONSTITUTION: Conductors 201, 303, 205, 207 are arranged concentrically through insulators 202, 204, 206, and when in use, the conductors 201 and 303 are of practically the same electric potential. The capacity C_g between the conductor 205 to be connected to a guard electrode G and the conductor 303 is determined according to an expression $C_g = 2\pi\epsilon\pi / \log(R_5/R_3)$, wherein π is a ratio of the circumference of a circle to its diameter, and ϵ is the dielectric constant of an insulator, while R_3 is the outer diameter of the conductor 303 and R_5 is the inner diameter of the conductor 205. The conductor 303, when used, is used for detecting voltage, and since the inductance thereof does not largely affect a measurement system, the conductor 303 is made to be sufficiently thin, and is arranged in the vicinity of the conductor 201. The change in the conductive capacity between the conductors 201 and 205 is practically eliminated due to the existence of the conductor 303, and the number of measurement cables 300 is reduced, while wiring is facilitated and dispersion of measurement values is reduced.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-45134

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 B 11/18

Z 7244-5G

// G 0 1 R 31/26

Z 9214-2G

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-205834

(22) 出願日 平成5年(1993)7月28日

(71) 出願人 000121914

横河・ヒューレット・パッカード株式会社
東京都八王子市高倉町9番1号

(72) 発明者 土生理

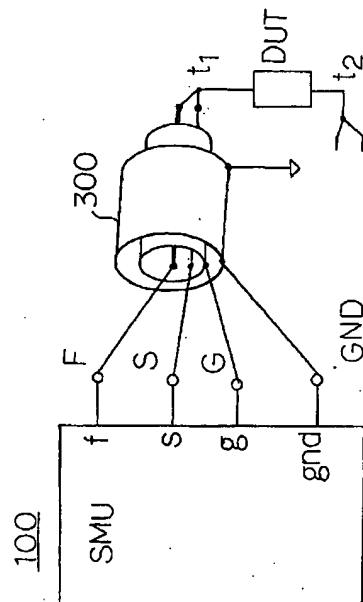
東京都八王子市高倉町9番1号 横河・ヒ
ューレット・パッカード株式会社内

(54) 【発明の名称】 測定用ケーブル及び測定システム

(57) 【要約】

【目的】 ケルビン接続に好適なケーブルとそれを用いた測定システムの提供。

【構成】 被測定対象(DUT) への電流注入用の中心導体と該中心導体に近接しつつ絶縁された電圧検出用導体を備え、該両導体を絶縁物を介してガード用管状導体で囲み、さらにその周囲を絶縁物を介して基準電位用管状導体で囲むようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】後記(イ)及至(ヘ)から成り、(ト)を特徴とする測定用ケーブル。

(イ) 所定の長さで延伸する第1の導体。

(ロ) 前記第1の導体を被覆する第1の絶縁物。

(ハ) 前記第1の絶縁物上に載置され前記第1の導体とともに延伸する第2の導体。

(ニ) 前記第1の絶縁物と前記第2の導体を被覆し前記第2の導体とともに延伸する第2の絶縁物。

(ホ) 前記第2の絶縁物を被覆し前記第2の絶縁物とともに延伸する第3の導体。

(ヘ) 前記第3の導体を第3の絶縁物を介して被覆して該第3の導体とともに延伸する第4の導体。

(ト) 前記第1の導体と前記第3の導体間の静電容量が前記第2の導体の有無により実質的に変化しないように前記第2の導体を細くすること。

【請求項2】前記第1、第2の絶縁物が一体形成されて成る請求項1記載の測定用ケーブル。

【請求項3】後記(イ)及至(ハ)より成る測定システム。

(イ) 請求項1又は2記載の測定用ケーブル。

(ロ) 前記測定用ケーブルの一方の端に接続されて、前記第1の導体に測定用電流を供給し、前記第2の導体の電位を検出して、該電位と実質的に同電位となるよう前記第3の導体を駆動する電圧電流特性測定ユニット。

(ハ) 前記測定用ケーブルの他方の端において、被測定素子の電極に前記第1の導体と前記第2の導体とを接続するための接続手段。

【請求項4】前記第4の導体を前記測定ケーブルの両端において接地したことを特徴とする請求項3記載の測定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体測定装置等の電子測定機器に用いられる測定用ケーブルとそれを用いた電圧電流測定装置および電圧電流測定方法に関し、被測定対象(DUT)の電圧-電流特性等の各種の電気特性を、高精度でしかも安定に測定することができる技術に関する。

【0002】

【従来の技術と問題点】図1は、従来の半導体試験装置(例えば、米国ヒューレット・パッカード社のHP4145等の半導体特性測定装置)において採用されている電圧電流特性測定ユニット(SMU)100の概要を示す図である。このユニットは、電圧設定/電流測定または電流設定/電圧測定の何れをも行うことができるものであり、そのアーキテクチャは本願出願人が上市しているICテストやDC特性評価装置に広く使用されている。

【0003】同図において、誤差増幅器111は積分器

112およびバッファ113を介して電流測定用抵抗120の一端aに接続されている。なお、上記誤差増幅器111、積分器112およびバッファ113により信号生成源110が構成される。電流測定用抵抗120の他端bは図示しないDUTの所定端子に直接あるいは測定用ケーブル端子fを介して接続される。抵抗120の両端はそれぞれバッファ131a、131bを介して差動増幅器132の両入力端子に接続されている。また、この差動増幅器132の出力端子および上記バッファのうち抵抗120のDUT側の端子に接続されたバッファ(131b)の出力端子はそれぞれ前記誤差増幅器111に接続されている。電流測定用抵抗120の他端bとバッファ131bの間には抵抗(数kΩ)121が接続されており、本発明の実施例において、端子s、fが離れてもSMUの動作点が適切に保たれるようにする働きをする。ここで、バッファ131a、131bおよび差動増幅器132が電流測定回路を構成し、バッファ131bが電圧測定回路となっている。

【0004】電圧設定/電流測定を行う場合には、図示しない測定信号処理回路から同じく図示しないDACを介して、設定/電圧(V_{FIN})がアナログ電圧の形で誤差増幅器111に与えられる。誤差増幅器111は、電流測定用抵抗120のDUT側の端子bの電圧をフィードバックして、上記 V_{FIN} と端子bの電圧 V_{OUT} とを比較し、 V_{OUT} が V_{FIN} に等しくなるように、誤差信号を積分器112に出力している。電流測定用抵抗120を流れる電流(すなわちDUTに供給される電流)は、抵抗120の両端a、b間の電圧を測定することにより知ることができる。このa、b間の電圧は差動増幅器132の出力電圧として取り出され、図示しないADCを介して前述した測定信号処理回路に送られる。

【0005】また、電流設定/電圧測定を行う場合には、前述した測定信号処理回路から、同じく前述したDACを介して設定/電流信号(I_{FIN})が誤差増幅器111に与えられる。誤差増幅器111は、抵抗120の両端間の電圧をフィードバックしており、抵抗120を流れる電流(すなわち、DUTに供給される電流)が設定/電流に等しくなるように積分器112に誤差信号を出力している。DUTに印加される電圧は、抵抗120のDUT側端bの電圧を測定することにより知ることができる。この電圧はバッファ131bおよび前述したADCを介して前述した測定信号回路に送られる。

【0006】ところが、図2に示すように、DUTが測定用ケーブルによって接続されていると、電流測定、電圧測定に誤差が生じてしまう。例えば、測定ケーブルの抵抗122の存在によって、端子bの電位はもはやDUTの端子 t_1 の電位とは異なり、抵抗120に流れる電流は、DUTの端子 t_1 に流れる電流と漏洩電流 i だけ異なったものになってしまう。

【0007】上記の問題を解決するため、いわゆるケル

ピン接続とガード技術が用いられる。図1のバッファ131bの入力端子SをDUTの端子 t_1 に接続して図2の抵抗122に起因する電圧誤差を回避する。また、端子f、と端子gからDUTへ延伸するケーブルを絶縁物を介して被覆する導体を設け、その導体を、前記端子f、sから延伸するケーブルの電位と実質的に同電位とするためバッファ131bの出力端子gに接続する。この構成により、図2の漏洩電流iが減少せしめられる。
 【0008】さらに接地端子gndを設けて、ケーブル全体を被覆する導体に接続すれば、外来電波や誘導による雑音がその内部に侵入することが回避され、測定誤差の発生を避けることができる。

【0009】図3は、前記の構成の1実現である従来技術の1つを示す。図においてSMU100の前記した内部端子f、s、g、gndに対応した外部端子F、S、G、GNDに三芯同軸ケーブルLN₁、LN₂が接続されている。端子F、Sはそれぞれのケーブルを介してDUTの一方の端子 t_1 で最終的に結合されて、ケルビン接続されている。端子Fから電流がDUTへ供給され、端子SにおいてDUTの電位が検出される。それぞれの端子F、Sからの導体が別々に端子Gに接続されたそれぞれの導体でガードされ、端子GNDに接続された導体で遮蔽されている。DUTの他方の端子 t_2 は、別のSMUへ接続されるが、典型的には、一方の導体をそのSMUのGNDへ接続し、もう一方の導体で端子 t_2 の電位を検知する。

【0010】図3の構成は、DUTの端子当り2本の三芯ケーブルが必要となり、測定すべき端子が多数のばあい、配線及びその取扱いに困難をとまう欠点がある。

【0011】図4では、4芯同軸ケーブル200を介してSMU100とDUTとを接続するので、ケーブル数は半減する。端子FとSを交替させても同じである。しかしケーブルが太くなり柔軟性を失う欠点が生ずる。

【0012】また、図3の構成においても図4の構成においても端子Gと端子FあるいはS間の容量、即わちガード容量Cgが大きいう問題がある。図1から明らかなように、この容量Cgは、端子f、g間、あるいは端子s、g間に負荷され、SMUの帰還ループにおける高域帰還量の減少、移相量の増加が起り、SMUの安定性が損われ、結果として測定値にバラツキが生ずる。従来技術の例では、三芯同軸を使用する図3の場合Cgは140pF、四芯同軸のばあい120-130pFであった。三芯同軸そのものは一本当りのCgが70pFと小さいが、二本並列に接続されるのでCgは大きくなる。四芯同軸は、柔軟性を保つため三芯同軸と同程度の太さとする必要があり、一本でも三芯同軸と同程度の太さするとCgが増加する。

【0013】

【発明の目的】従って、本発明の目的は、ケルビン接続に用いる低ガード容量の測定用ケーブルと、それを用い

た電圧・電流等の測定システムにより前記の問題を解消することにある。

【0014】

【発明の概要】本発明を実施した測定用ケーブルは、従来技術の四芯同軸ケーブルにおいて、電圧検出用導体に流れる電流が小さいことに着目して太さを極小化することにより、同じケーブル径でガード容量Cgを減少せしめている。そしてこの低ガード容量の測定用ケーブルを使いSMUを用いた測定をおこなうことにより、よりバラツキのない測定値が得られる。

【0015】

【発明の実施例】本発明の一実施例の測定用ケーブル300の断面を図6に、従来技術による四芯同軸ケーブル200の断面を図5に示した。同一機能部分には同じ参照番号を付してある。

【0016】図5において、導体201、203、205、207が絶縁物202、204、206を介して同心状に配置されている。絶縁物208は外部被覆でありケーブルの保護をおこなう。使用状態では、導体201、203は実質同電位とされるから、ガード電極Gに接続される導体205と導体203間の容量Cgは導体203の外径R₁と導体205の内径R₂によって次式で表される。

$$Cg = 2\pi\epsilon / \log(R_1/R_2)$$

但し、 π は円周率(3.14159)、 ϵ は絶縁物204の誘電率(例えばテフロンでは、 $2.0 \times 8.854 \text{ pF/m}$)である。典型的な例では $R_1/R_2 = 2.3$ であり、 $Cg = 134 \text{ pF/m}$ である。

【0017】図6において、図5の導体203が管状から単線導体303に変更されている。導体303は、使用に当たって電圧検出用に用いられ、そのインダクタンスも、測定システムに大きな影響を与えないので、十分細くし、かつ導体201に近接して配置される。好適実施例では、導体201の直径は0.45mmで縁物202の厚さは0.1mm、導体303の直径は0.16mm、絶縁物204の外径は2.77mmである。Cgの実質は、導体201と導体205による同軸容量であり、従来例と同一外径寸法で($R_1/R_2 = 6.15$ 程度となり)、Cgの計算値は61.2pF/mであるが、導体303等の影響、製造上のばらつきもあり、実測値は62-70pF/mとなった。

【0018】本発明の好適実施例では、絶縁物202、204、206はテフロンであり、絶縁物208はポリ塩化ビニルである。外径寸法は直径4.7mmで従来の三芯同軸ケーブルと同程度でなった。

【0019】図6から明らかなように、絶縁物202、204は一体成形することもできる。また、導体205と絶縁物204の間にカーボン粉末剤等の低雑音ケーブル処理をおこなうこともできる。

【0020】図6のケーブルをSMU100を用いた測

定に用いるときは、図7のように接続して用いる。即ち、本発明の測定用ケーブル300の一端で、端子F、S、G、GNDをそれぞれ導体201、303、205、207に接続する。そして、もう一方の端において、導体202、303をDUTの端子t₁に接続する。導体207は接地して使うのを基本とする。図7においても図3、図4と同様に絶縁物は省略して描いてある。

【0021】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明を実施した測定用ケーブルでは、ガードに用いられる第3導体と、第1、第2導体間の容量が、従来の四芯あるいは三芯同軸ケーブルをケルビン接続、ガードつき測定に用いる接続で取る容量より小さい。そして外形寸法も実質的に太くならないようにできるので測定ケーブルの柔軟性も劣化することはない。従って、このような測定用ケーブルとSMUを用いる測定に用いるときは、測定ケーブルの本数が少く、配線容易であり、測定値のバラツキを低減した測定ができる。

【0022】

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の測定システムの一実施例で用いる電圧電流特性測定ユニット（SMU）の概略回路図である。

【図2】SMUを使って測定をおこなう場合の測定ケーブルによる測定誤差の発生を説明するための回路図である。

【図3】SMUと三芯同軸ケーブルを用いた従来技術の測定システムの接続を示す概略ブロック図である。

【図4】SMUと四芯同軸ケーブルを用いた従来技術の測定システムの接続を示す概略ブロック図である。

【図5】従来技術の四芯同軸ケーブルの断面図である。

【図6】本発明の一実施例の測定ケーブルの断面図である。

【図7】本発明の一実施例の測定システムの概略ブロック図である。

【符号の説明】

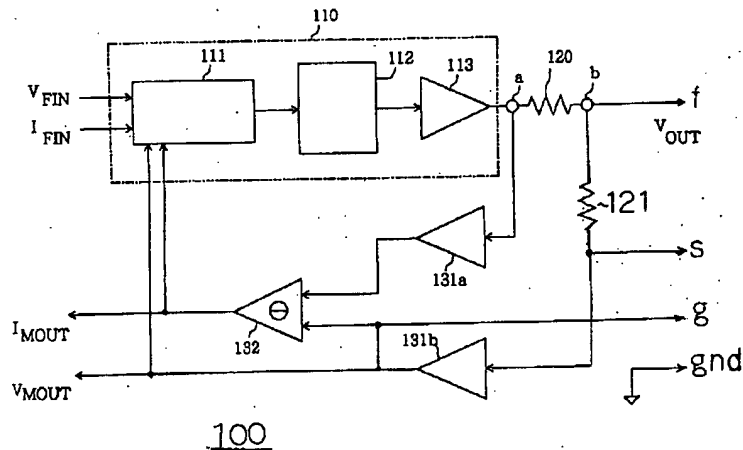
100：電圧電流特性測定ユニット（SMU）

LN₁、LN₂：三芯同軸ケーブル

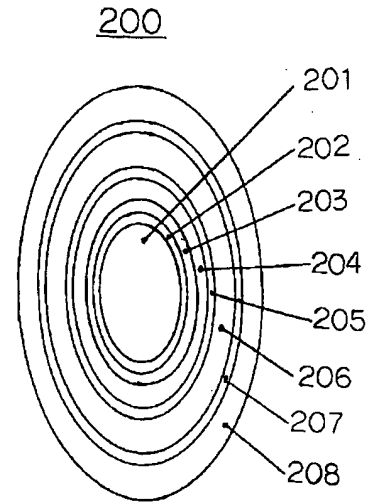
200：従来技術の四芯同軸ケーブル

*20 300：本発明の一実施例の測定用ケーブル

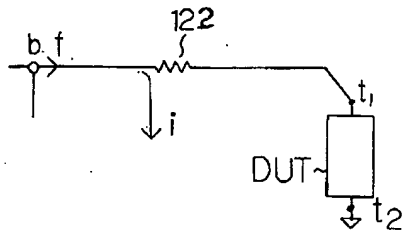
【図1】



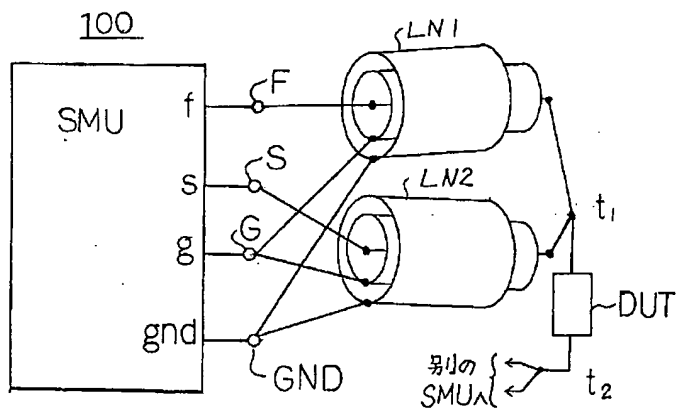
【図5】



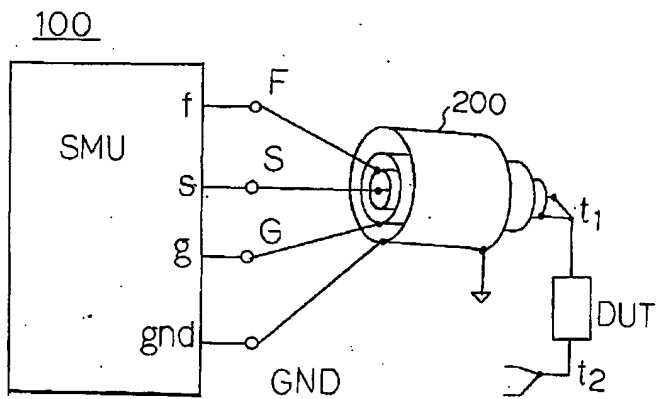
【図2】



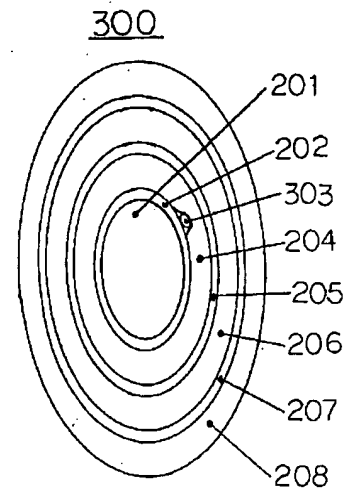
【図3】



【図4】



【図6】



【図7】

